



## MINERIA

# Estudio de las mineralizaciones filonianas plomo-antimoníferas de la cobertera en la Sierra de la Demanda. Mina Santa Rufina, Urrez (Burgos)

Por P. GUMIEL (\*) y E. VINDEL (\*\*)

## RESUMEN

En este trabajo se estudian los caracteres geológicos y metalogénicos del yacimiento plomo-antimonífero de Santa Rufina, Urrez (Burgos). Esta mineralización, situada en el Carbonífero discordante (Westfaliense C-D) de la Sierra de la Demanda, completa la evolución temporal de los yacimientos de antimonio del área hercínica de la Península Ibérica.

A diferencia de los yacimientos filonianos de estibina, mesotermiales, con paragénesis simples y gangas de cuarzo, pertenecientes a un Primer Ciclo de mineralización tardihercínica, de edad postwestfaliense-ante-estefaniense, el yacimiento de Santa Rufina pertenece a un grupo especial de yacimientos BPG(Sb) con sulfoantimoniuros de plomo tardíos, y gangas más complejas con baritina, cuarzo y carbonatos. Esta mineralización plomo-antimonífera es epitermal, y pertenece a un Segundo Ciclo de mineralización tardihercínica que se emplaza muy lentamente en épocas permo-liásicas (anteriores al Ciclo Alpino), a favor de grandes fracturas que corresponden a una tectónica de reajustes sobre un zócalo ya rígido.

Estos dos Períodos Metalogénicos son generales en toda la Cadena Variscica europea.

## ABSTRACT

The geological and metallogenetic aspects of Santa Rufina mine (Burgos) are studied in this paper. This lead-antimoniferous mineralization, located in discordant Carboniferous (Westphalien C-D) of Demanda Mountain Range, completes the temporal evolution of the antimony deposits in the Hercynian Iberian Peninsula area.

The mesothermal antimony veins, with typical simples paragenesis and quartz gangues, belonging to later-Hercynian 1<sup>st</sup> Mineralization Stage, are later-Westphalien-earlier-Stephanien age. The Santa Rufina ore belongs to special BPG(Sb) ores type, with later lead-antimonides and complexes gangues (barytes, quartz and carbonates). This epithermal mineralizations (Pb-Sb), belonging to later-Hercynian 2<sup>nd</sup> Mineralization Stage, gets in slowly for Permian-Liassic epochs, before Alpine Cycle, across persistent fractures owing to distended tectonic over stiff basement.

Both Metallogenetic epochs are known in the European Variscan Belt.

## INTRODUCCION

El objeto de este trabajo es completar los conocimientos existentes sobre la metalogenia de los yacimientos de antimonio situados en la cobertera. En la Península Ibérica existen dos indicios de antimonio en la cobertera. El primero de ellos, en el que el antimonio aparece en forma de sulfoantimoniuros, está situado en el Carbonífero discordante (Westfaliense C-D) de la Sierra de la Demanda, y el segundo, en el que la estibina está

asociada al vulcanismo mioceno de la Zona Interna de las Cordilleras Béticas.

En este trabajo se estudian los caracteres geológicos y metalogénicos del primero de los yacimientos, la mina Santa Rufina (Urrez), situada en el Carbonífero discordante postorogénico de la Sierra de la Demanda, en la provincia de Burgos. Se analizan las relaciones con las mineralizaciones de estibina propiamente dichas, estableciéndose la tipología del yacimiento, y finalmente se esbozan las hipótesis genéticas que pueden justificar la existencia de estas mineralizaciones plomo-antimoníferas posthercínicas.

(\*) Div. Investigaciones Mineras. IGME.

(\*\*) Dpto. Cristalografía y Mineralogía. Univ. Complutense de Madrid.

## 1. SITUACION GEOGRAFICA

La mina Santa Rufina se encuentra situada al Este de la provincia de Burgos. El acceso se realiza desde Burgos por la carretera de Logroño, desviándose después hacia Pineda de la Sierra. La mina se localiza después de atravesar la presa del Arlanzón y seguir la orilla oeste aguas arriba, por el trazado del antiguo ferrocarril durante 0,5 kilómetros (figura 1).

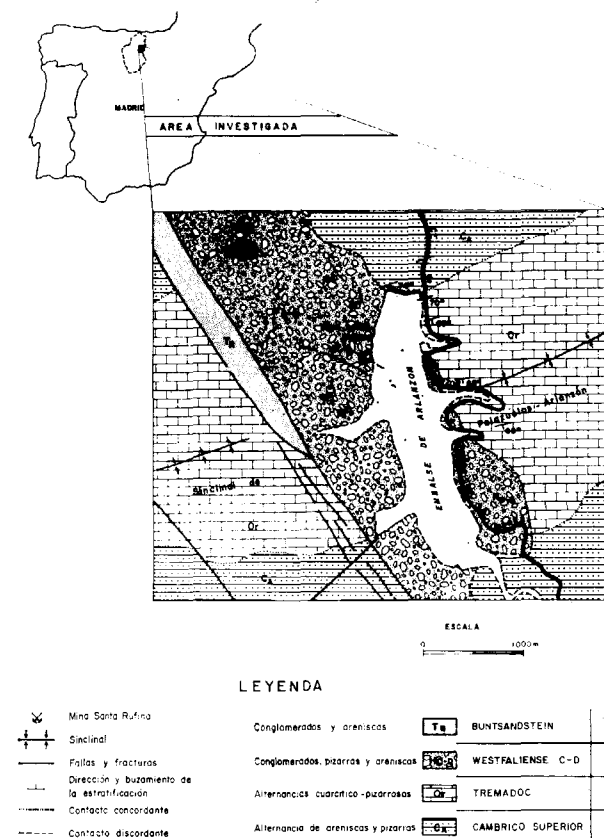


Figura 1.—Esquema geológico-minero de los alrededores de la mina Santa Rufina, Urrez (Burgos).

Las labores consisten en un antiguo pozo junto a la vía, y un pequeño socavón practicable entre el antiguo ferrocarril y el embalse. Estas labores corresponden a un intento de explotación que tuvo lugar hace más de 20 años. La mina se ubica en la Hoja 239/20-11 (Pradoluengo) del M. T. N. a escala 1:50.000.

## 2. EL MARCO GEOLOGICO

La mina Santa Rufina se encuentra situada en la Sierra de la Demanda, importante núcleo hercínico de la parte septentrional de la Cordillera Ibérica, en su rama oriental o aragonesa. Encaja en materiales del Carbonífero (Westfaliense C-D).

Los materiales más antiguos que constituyen la serie estratigráfica de la zona pertenecen al Cámbrico Superior (figura 1). Se trata de una serie alternante de areniscas silíceas y pizarras arcillosas de unos 800 metros de potencia. Por encima, y concordante, se encuentra una serie alternante cuarcítico-pizarrosa perteneciente al Ordovícico Inferior (Tremadoc). Esta formación es predominantemente areniscosa a muro, mientras que a techo predominan los tramos más pizarrosos. El Ordovícico en esta zona adquiere considerable potencia, entre 800 y 1.000 metros (figura 1). En discordancia sobre las formaciones anteriores se encuentra una formación conglomerática, con niveles de conglomerados, pizarras y areniscas, de edad Westfaliense C-D y facies deltaica, que corresponde a una sedimentación de tipo parálico. Esta formación carbonífera, con capas de hulla que dieron lugar a importantes explotaciones, alcanza en la zona una potencia de unos 250 metros (figura 1), buza suavemente al SO (10°-15°) y reposa en discordancia sobre las series pizarroso-cuarcíticas infrayacentes del Cámbrico Superior-Tremadoc. Su importancia desde el punto de vista metalogénico es que constituye el ámbito encajante de la mineralización de Santa Rufina.

Encima del Carbonífero se dispone subconcordantemente el Trías Inferior (Buntsandstein).

Los materiales paleozoicos anteriores al Westfaliense han sufrido los efectos de la orogenia hercínica, que se manifiesta mediante tres fases de deformación y un débil metamorfismo regional de edad hercínica (COLCHEN, 1974).

La primera fase de deformación, que es la más importante, da lugar a grandes estructuras orientadas NE-SO, como la del sinclinal de Palazuelos-Arlanzón (figura 1), y lleva asociada una esquistosidad de fractura.

La segunda fase se caracteriza por el desarrollo de cabalgamientos de amplitud métrica a kilométrica, cuyas superficies son subparalelas a los

ejes de los pliegues de la primera fase. Es observable fuera de la zona de estudio, y lleva asociada una segunda esquistosidad de fractura peor definida que la primera.

La tercera fase, cuyo desarrollo es muy local, se manifiesta por pliegues de eje subvertical, de dirección entre N 110° E y N 140° E, acompañados de una esquistosidad de crenulación.

Las dos primeras fases deben corresponder a un período comprendido entre el Namuriense y el Westfaliense (BOQUERA et al., 1978).

Los efectos de la orogenia alpina son igualmente de una tectónica polifásica, pero de estilo diferente, pues se observa la superposición de dos niveles estructurales distintos: el zócalo pre-westfaliense y la cobertera constituida por las formaciones carboníferas postorogénicas y las mesozoicas.

Finalmente, se observa una tectónica de bloques en el zócalo condicionada principalmente por dos direcciones de fracturas, NO-SE, NE-SO, lo que produce una compartimentación y escalonamiento del macizo paleozoico, con hundimientos hacia el SO. Los movimientos del zócalo son esencialmente verticales, apreciándose en la cobertera mediante series con disposición monoclinas. No obstante, el estilo de plegamiento de la cobertera varía según las zonas, ya que aparecen unas veces pliegues de revestimiento en estrecha relación con el zócalo, y otras, pliegues de cobertera disarmónicos con el sustrato.

3. DESCRIPCION DEL YACIMIENTO

a) El medio encajante

La mineralización plomo-antimonífera de Santa Rufina encaja en conglomerados y areniscas de edad Westfaliense C-D, en clara discordancia angular sobre las formaciones del Paleozoico Inferior infrayacente (figura 2). Los conglomerados en el entorno de la mina son monogénicos y de color gris, con cantos bien rodados de cuarcitas del Paleozoico infrayacente, de tamaño decimétrico a centimétrico y matriz areniscosa (foto 1). Las areniscas son de carácter microconglomerático (foto 2) y se disponen en bancos métricos separados por finos niveles lutítico-arenosos, a veces con algo de hulla. Sus clastos son poligé-

nicos y generalmente de cuarcitas, cherts y pizarras, que provienen también de los materiales paleozoicos infrayacentes.

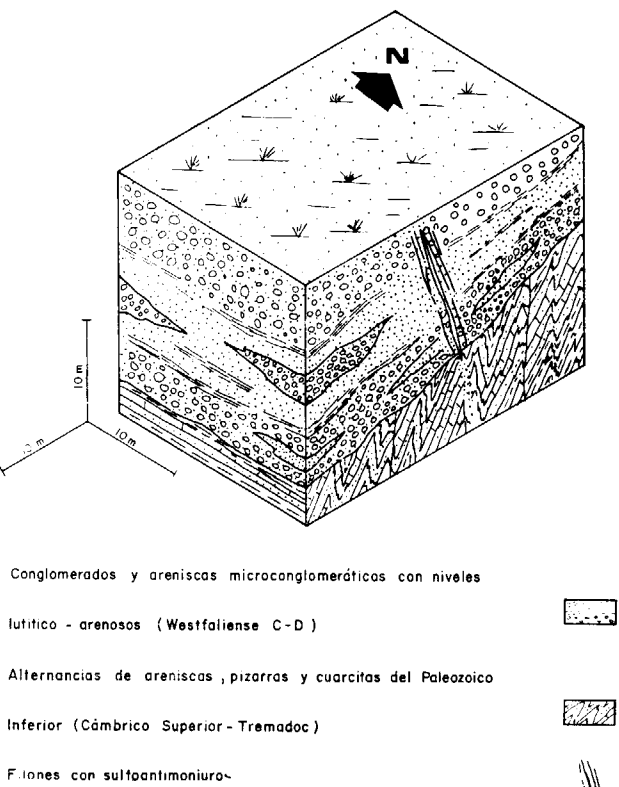


Figura 2.—Bloque-diagrama esquemático de la mina Santa Rufina, Urrez (Burgos).

b) Disposición de la mineralización

La mineralización es de tipo filoniano, de relleno de fracturas según una dirección principal ONO-ESE, que oscila entre N 110° E y N 120° E, con buzamientos entre 75°-85° NE y verticales (foto 3). Se observa un filón principal con sulfoantimoniuros de plomo y ganga de baritina (figura 3a), cuya potencia oscila entre 4 y 14 cm. También se encuentra mineral en venillas secundarias que rellenan fisuras de potencia centimétrica (foto 4 y figura 3b) en las areniscas microconglomeráticas.

Los sulfoantimoniuros de plomo, de carácter espático y a veces microgranudo, se disponen en el filón de baritina (el de mayor potencia) en finas bandas hacia los bordes y en la zona axial (figura 3a y foto 3) dando lugar a un bandeado

simétrico característico. La baritina presenta hábito típico tabular y color blanco a grisáceo.

Otras veces, los sulfoantimoniuros de plomo, cuando aparecen rellenando fisuras secundarias, presentan escasa ganga (figura 3b y foto 4) y ésta es de cuarzo y carbonatos principalmente. Se trata de un cuarzo generalmente calcedónico, gris, y a veces contiene cristales milimétricos de grafito. Los carbonatos (siderita) son de color rojizo, de aspecto cristalino y traslúcidos.

Por último, las dimensiones del yacimiento son bastante reducidas, con una extensión longitudinal de los filones que no supera los 70 metros y una profundidad explotada inferior a los 30 metros.

c) Alteraciones hidrotermales de las rocas encajantes

Los contactos de estos cuerpos filonianos con las rocas encajantes son siempre muy netos. No obstante, suele aparecer una zona arcillosa de alteración en las salbandas del filón principal, de 2 a 3 cm. de espesor. Junto con estos materiales arcillosos se encuentran ocre de Sb.

Se ha realizado un estudio químico de los contenidos de los elementos mayores (\*) en estos productos de alteración de la roca encajante, producidos como consecuencia del emplazamiento filoniano. Este estudio ha podido realizarse dado que la potencia de la zona alterada, aunque centimétrica, no varía considerablemente, y además porque se han obtenido muestras representativas en el socavón existente en una de las labores de la mina. El muestreo se ha realizado en función de la distancia al cuerpo filoniano, tomando muestras en las salbandas del filón principal, y a mayores distancias progresivamente (20 y 80 cm. del mismo), con objeto de observar la variación química de los elementos mayores según la influencia filoniana (tabla 1 y figura 4).

Como se puede observar en la figura 4, los contenidos de sílice, alúmina y potasio disminuyen bruscamente hacia el filón. La sílice disminuye entre el 7 y el 17 por 100. De esta forma, se pone

(\*) Se han escogido, tan sólo, aquellos elementos mayores que pueden tener especial interés para el estudio de las alteraciones hidrotermales, de ahí que los análisis de la Tabla 1 no sumen el 100 por 100.

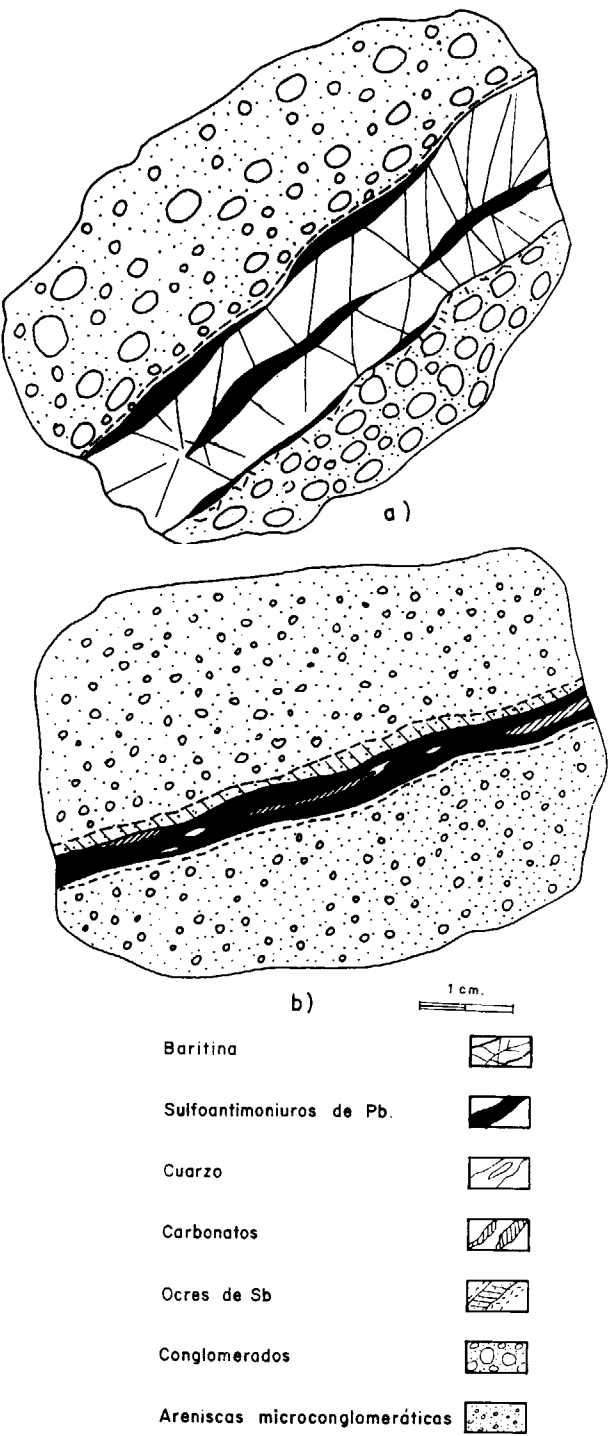


Figura 3.—Disposición de la mineralización de sulfoantimoniuros de plomo en la mina Santa Rufina, Urrez (Burgos).



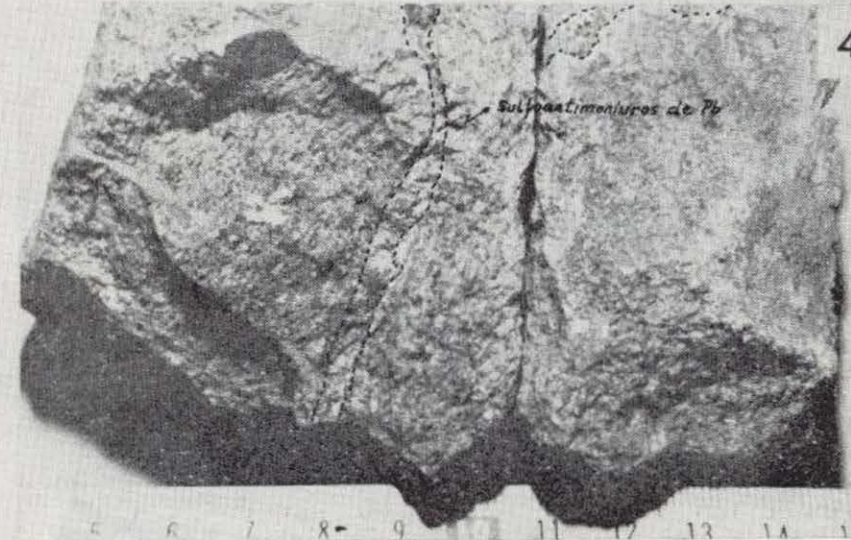
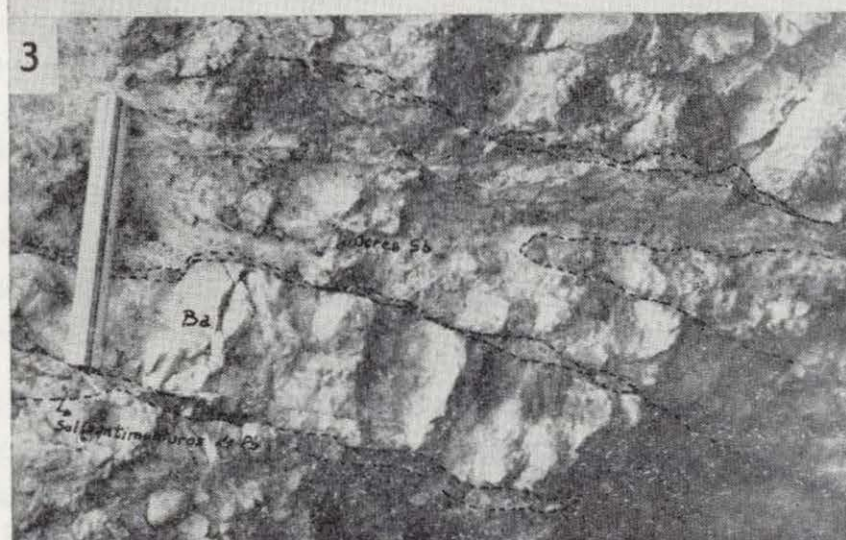
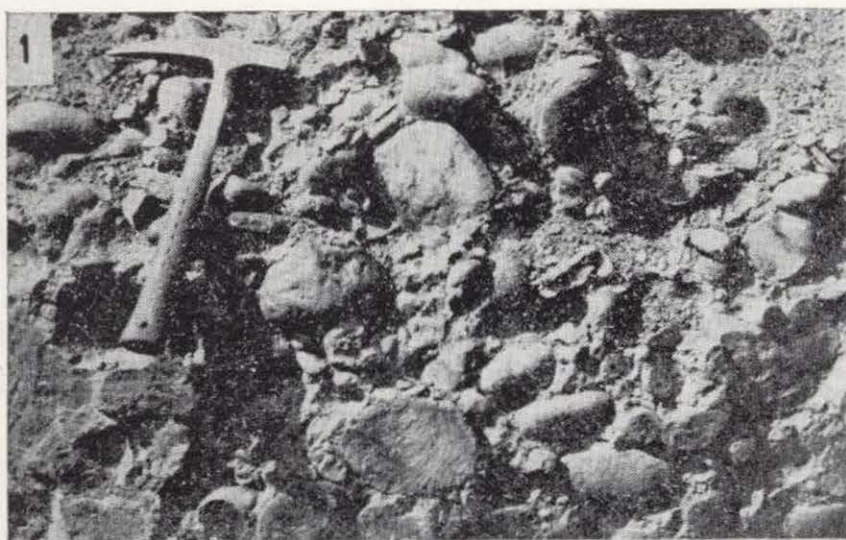


Foto 1.—Conglomerado con cantos bien redondeados de cuarcitas, de edad Westfaliense C-D, encajantes de la mineralización de Pb-Sb de Santa Rufina, Urrez (Burgos). Orientación de la foto S-N.

Foto 2.—Areniscas microconglomeráticas con clastos generalmente de cuarcita, cherts y pizarras, de edad Westfaliense C-D, encajantes de la mineralización de Pb-Sb de Santa Rufina, Urrez (Burgos). Orientación de la foto S-N.

Foto 3.—Filón de baritina con sulfoantimoniuros de Pb y ocras de Sb en los bordes y en la zona axial. La dirección oscila entre N 110° E y N 120° E con buzamientos entre 75° y 85° NE. Foto orientada ESE-ONO, mirando al techo (filón en realidad subvertical). Mina Santa Rufina, Urrez (Burgos).

Foto 4.—Sulfoantimoniuros de Pb rellenando fisuras centimétricas, con escasa ganga, en areniscas microconglomeráticas. Mina Santa Rufina, Urrez (Burgos).

TABLA 1

Muestras	SR-1	SR-2	SR-3	SR-4	SR-5
SiO <sub>2</sub> ... ..	74,8	65,5	83,5	83,5	81,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	6,7	3,7	9,0	8,5	9,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	0,73	1,2	1,0	1,8	2,2
FeO <sub>2</sub> ... ..	0,04	0,25	0,22	0,22	0,18
MgO ... ..	1,3	1,6	0,60	0,60	0,40
CaO ... ..	0,28	0,14	0,28	0,28	0,42
K <sub>2</sub> O ... ..	1,4	0,46	2,3	2,1	2,2
Na <sub>2</sub> O ... ..	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06

Contenidos en % de los elementos mayores en las rocas encajantes próximas al filón. Mina Santa Rufina, Urrez (Burgos).

(Análisis efectuados en NOVAMIN, S. A.).

claramente de manifiesto que no existe una silicificación como proceso de alteración en esta mineralización.

La alúmina disminuye entre el 2 y el 5 por 100, y el potasio entre el 1 y el 2 por 100.

De igual modo, aunque menos brusco, se observa también un descenso en los contenidos de hierro, sodio y calcio hacia el filón. Por el contrario, se puede apreciar un aumento del contenido en magnesio (1,2 por 100).

Estas variaciones químicas relacionadas con la alteración, reflejan bien las transformaciones mineralógicas. Probablemente, los feldespatos fueron hidrolizados, liberando sílice, calcio y sodio,



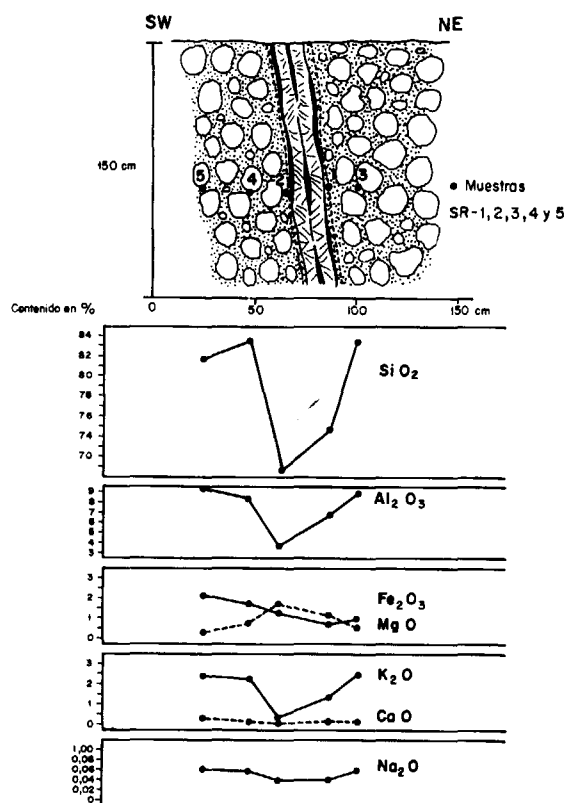


Figura 4.—Variación de los contenidos de los elementos mayores en función de la intensidad de la alteración, según la distancia al cuerpo filoniano.

y los minerales ferromagnesianos fueron alterados a clorita.

Por consiguiente, las alteraciones hidrotermales producidas por este tipo de mineralizaciones (epitermales) son bastante restringidas, siendo la principal una cloritización de la roca encajante, siempre en la inmediata vecindad de los filones. Igualmente, puede observarse una argillización.

#### 4. CARACTERES METALOGENICOS. PARAGENESIS Y SUCESSION MINERAL

La paragénesis del yacimiento pertenece al tipo (c.q.Ba.Pb-Sb).

**Minerales hipogénicos:** boulangerita, bournonita, galena, esfalerita, calcopirita y pirita.

**Minerales supergénicos:** covellina y ocre de antimonio.

**Minerales de la ganga:** baritina, siderita, cuarzo y calcedonia.

Los minerales principales del yacimiento son sulfoantimoniuros de plomo. El principal es *boulangerita*, como han puesto de manifiesto sus caracteres ópticos y los valores analíticos obtenidos por microsonda electrónica (S: 21,0 por 100; Pb: 54,1 por 100; Sb: 20,5 por 100). La *boulangerita* reemplaza a la galena y presenta estructura fibrosa (foto 5). Son muy frecuentes los cristales fibrosos y aciculares en agregados subparalelos.

También se encuentra *bournonita* (S: 20,9 por 100; Cu: 14,0 por 100; Pb: 43,3 por 100; Sb: 21,4 por 100) asociada a la calcopirita. La *bournonita* presenta las características maclas polisintéticas ortogonales, denominadas «maclas en parquet» (foto 6).

La *galena* tiene carácter accesorio y aparece en forma de inclusiones e intercrecida con los sulfoantimoniuros (foto 7). Incluidos en la galena aparecen granos redondeados de *esfalerita*.

La *calcopirita* se encuentra incluida en galena, bournonita (foto 8) y boulangerita, o en la ganga, en forma de granos alotriomorfos. La *pirita* puede ser precoz, con tendencia al idiomorfismo, incluida en los restantes minerales y anterior a ellos. Otro tipo de pirita da lugar a formas framboidales, que aparecen diseminadas en la roca encajante.

Los minerales supergénicos son escasos, se reconocen ocre de antimonio, así como covellina que reemplazan a calcopirita y bournonita.

La *baritina* es la ganga principal y característica del yacimiento. Junto con ella, aparece *siderita*, que se dispone hacia los bordes de las fisuras o incluida en la baritina, y *cuarzo* subidiomorfo de carácter temprano. También se reconoce otro tipo de cuarzo y calcedonia, que rodean a la mineralización.

La sucesión mineral del yacimiento (figura 5) comienza con la deposición de cuarzo temprano, siderita y baritina mayoritaria. A favor de una fase de brechificación, comienza la deposición de sulfuros de Fe-Cu (pirita, calcopirita) y a continuación los de Pb-Zn (galena, esfalerita). Finalmente, y reemplazando a la galena, se depositan sulfoantimoniuros de plomo tardíos (bournonita y boulangerita), junto con calcedonia.

Por último, como consecuencia de los procesos supergénicos y de oxidación, se ha producido un



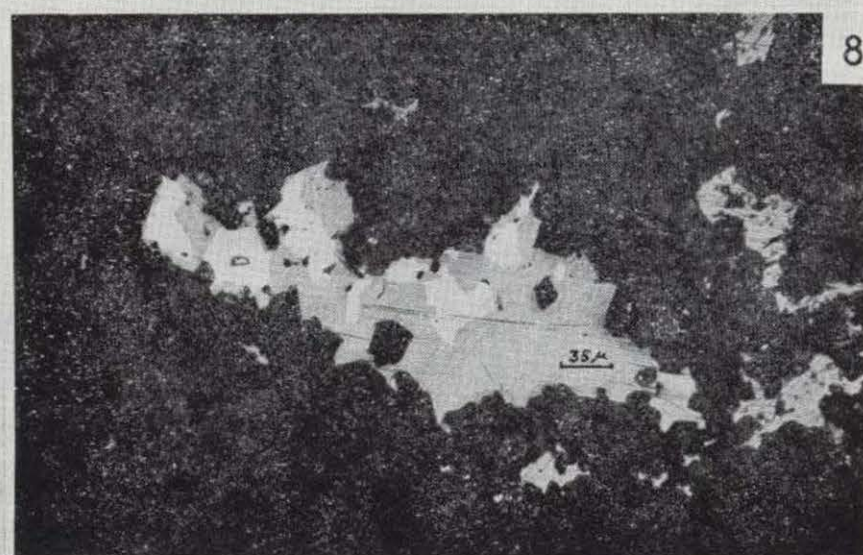
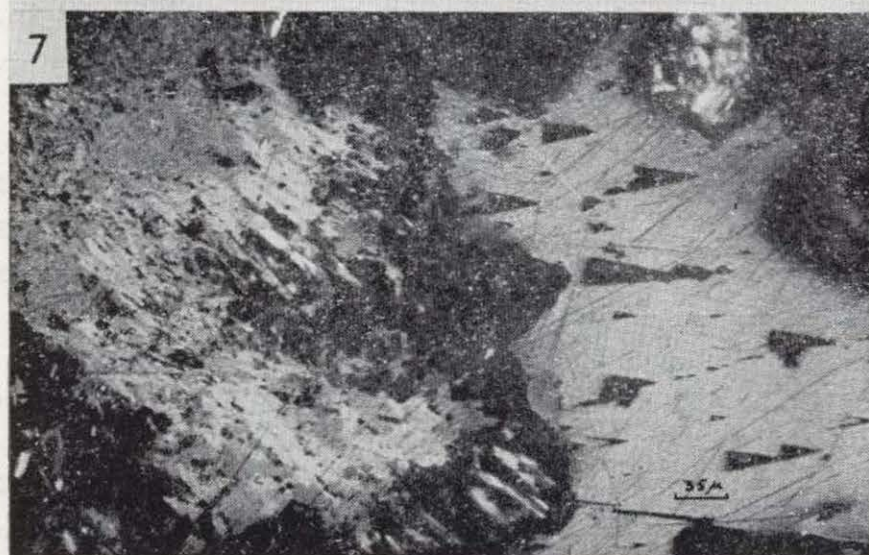
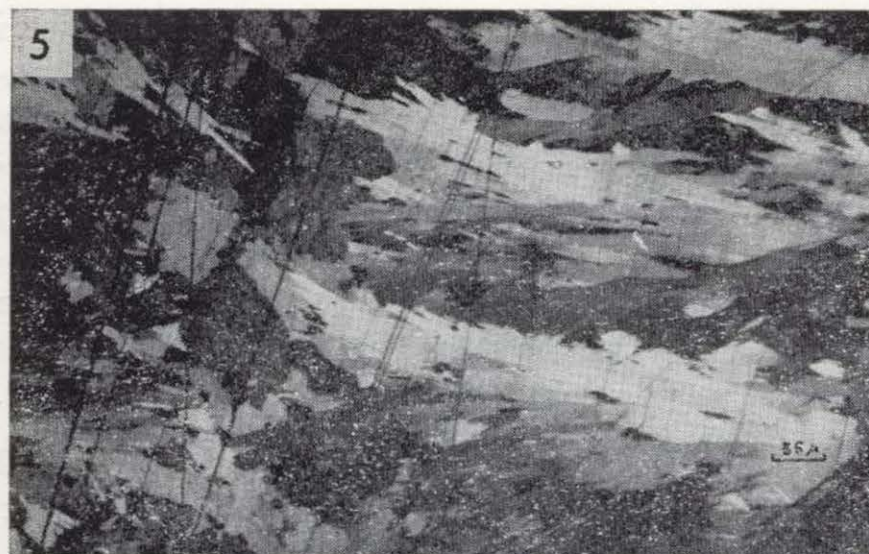


Foto 5.—Boulangerita con textura fibrosa. L. Reflejada. N. C. Inmersión.

Foto 6.—Bournonita con típicas maclas «en parquet». L. Reflejada. N. C. Inmersión.

Foto 7.—Galena (con triángulos «pits») intercrecida con boulangerita fibrosa. L. Reflejada. N. C. Inmersión.

Foto 8.—Calcopirita (blanco) incluida en bournonita (gris). L. Reflejada. L. N. Inmersión.

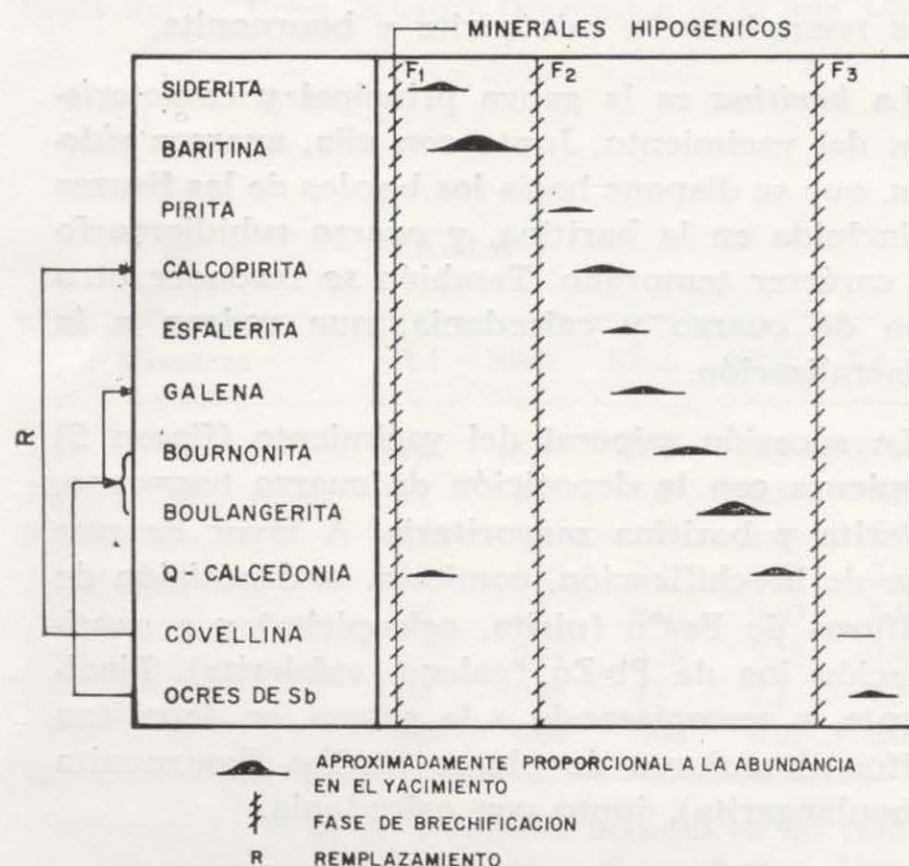


Figura 5.—Esquema de paragénesis y sucesión mineral mina Santa Rufina, Urrez (Burgos).

reemplazamiento parcial de calcopirita y bournonita por covellina, y de los sulfoantimoniuros por ocras de antimonio.

##### 5. TIPOLOGIA DEL YACIMIENTO. RELACIONES CON LAS MINERALIZACIONES DE ESTIBINA DEL AREA HERCINICA DE LA PENINSULA IBERICA

Los yacimientos de antimonio de la Península Ibérica pertenecen a los siguientes tipos (GUMIEL, 1982):

1. Yacimientos estratoides del Paleozoico Inferior.
2. Yacimientos filonianos de estibina encajados en el Precámbrico y Paleozoico.
3. Yacimientos en diques de rocas volcánicas ácidas.





Los yacimientos filonianos de estibina son mesotermiales, presentan paragénesis simples con gangas de cuarzo cristalino, jamás calcedónico y tienen estructuras de reemplazamiento muy particulares, no apareciendo casi nunca bandeados.

A diferencia con estos yacimientos, el de Santa Rufina pertenece a un grupo especial de yacimientos BPG(Sb) que contienen sulfoantimoniuros de plomo tardíos (boulangerita el más frecuente). Estos sulfoantimoniuros están asociados a la baritina y son más tardíos que la galena. Estas formaciones son muy diferentes de los yacimientos mesotermiales de estibina (Primer Ciclo), que GEFROY (1955) denominaba tan acertadamente «verdaderos filones con estibina». Su ganga barítica, abundante, asociada a cuarzo calcedónico, les confiere un tipo claramente epitermal, siendo por consiguiente más recientes que los filones con estibina.

La evolución temporal de los yacimientos de antimonio del área hercínica de la Península pone de manifiesto una sucesión normal, en la que primeramente se deposita *galena*, después *sulfoantimoniuros* y finalmente *estibina*. Un ejemplo en la Península es la mina Diógenes (Ciudad Real) perteneciente a la asociación (c.q.Pb-Ag-Sb, GUMIEL, 1982). Esta asociación y las restantes paragénesis simples de estibina (q.Sb, q.Sb-Au y q.Sb-Zn) pertenecen a las soluciones mineralizadoras del Primer Ciclo. Pero la sucesión temporal del yacimiento de Santa Rufina pone de manifiesto que esta mineralización plomo-antimonífera define un segundo ciclo de mineralización posthercínico, representado por filones generalmente polimetálicos y gangas más complejas con cuarzo, baritina y carbonatos, que no ha sido encontrado en el área hercínica de la Península. Por consiguiente, esta mineralización completa la evolución temporal de los yacimientos de estibina de la Península Ibérica, pues es posterior a los mismos.

Este tipo de mineralizaciones plomo-antimoníferas tardías pueden ser el resultado de removilizaciones a escala regional de las mineralizaciones primarias (Primer Ciclo), por soluciones mineralizadoras pertenecientes al Segundo Ciclo. De esta forma, se observan formaciones plomo-antimoníferas posteriores a los filones con estibina. Puede existir incluso en este Segundo Ciclo, la formación de una segunda generación de estibina muy minoritaria que no ha sido encontrada en Santa Rufina.

En definitiva, esta mineralización Pb-Sb de Santa Rufina es correlacionable con las mineralizaciones Pb-Zn-Sb del Segundo Ciclo de PERICHAUD (1971, 1980) en el distrito de Brioude-Massiac (Francia). Otros distritos en los que aparecen sulfosales de Pb posteriores a la estibina son: Pontgibaud (BOULADON et al., 1964); las formaciones baríticas del Macizo Central francés (GEFFROY, 1955); Cap Sizum y Quimper en el Macizo Armoricano (FOUQUET, 1980) y Marruecos Central (MORIN, 1958 a y b, 1960 y 1966; KOSAKEVITCH, 1967 y KOSAKEVITCH y MÖELO, 1978).

## 6. HIPOTESIS GENETICAS

El origen de estas soluciones del Segundo Ciclo mineralizador, que además son de muy baja temperatura (por ejemplo, en Brioude-Massiac. BRIL, 1982, encuentra que la temperatura de homogeneización de las soluciones varía entre 100° y 120° C), según RÖSLER et al. (1968) es muy profundo. Precisamente estas mineralizaciones de Segundo Ciclo serían de más baja temperatura porque están más alejadas de sus ámbitos generadores que las mineralizaciones del Primer Ciclo. Las soluciones del Segundo Ciclo efectúan un largo recorrido a través de la corteza terrestre, capturando y enriqueciéndose en elementos de las rocas encajantes. De aquí la existencia de ciertos elementos (Ge, Ba y F) en estas sulfosales o como gangas de las mismas.

Por otra parte, el origen de estas soluciones del Segundo Ciclo mineralizador, según BURNOL (1974), corresponde a aguas vadasas que se cargan en sales minerales en las partes superficiales de la corteza terrestre, por lixiviación en zonas fracturadas, a través de las cuales existen circulaciones ascendentes en fases distensivas, en una tectónica de reajustes. Este autor los denomina «yacimientos de modificación tardía».

Independientemente de que el origen de estas soluciones del Segundo Ciclo sea profundo, o por el contrario debido a aguas vadasas próximas a las partes superficiales de la corteza terrestre, dada la tectónica distensiva de la zona de Santa Rufina (figura 1), son perfectamente válidos ambos esquemas. Esta tectónica de reajustes ha favorecido, sin duda en Santa Rufina, la existencia de circulaciones ascendentes que son las responsables de la mineralización.

Este conjunto de datos subraya la originalidad de las condiciones de depósito de las soluciones mineralizadoras del Segundo Ciclo con relación al Primero (paragénesis, temperatura, geoquímica y alteraciones).

Finalmente, se sugiere un último origen debido, en parte, a una «herencia» de las mineralizaciones del Primer Ciclo. Las sulfosales complejas en su formación han debido atravesar áreas de repartición de mineralizaciones del Primer Ciclo, y el plomo, en este Segundo Ciclo, sobrepasa sus áreas iniciales y alcanza mayor dispersión a escala regional.

## 7. EDAD DE LAS MINERALIZACIONES

### a) Filones con estibina

No existen muchos datos sobre la cronología de las mineralizaciones de antimonio. Los filones con estibina encajan en rocas que van desde el Precámbrico Superior hasta el Estefaniense, pero su emplazamiento es posterior a los plegamientos mayores de la orogenia hercínica, ya que éstos no los afectan. Los últimos plegamientos son westfalienses y por consiguiente, la edad de las mineralizaciones puede considerarse como postwestfaliense y ante-estefaniense, ya que los filones con estibina no cortan nunca al hullero productivo (tal es el caso del Macizo Central francés). Por tanto, el emplazamiento de los filones con antimonita se sitúa entre  $\pm 290$  y 300 M.A. (PERICHAUD, 1980), lo que está de acuerdo con la relación de los filones con estibina simples y los granitos namuro-westfalienses.

En la Península Ibérica, las mineralizaciones de Sb-Hg de Asturias se localizan en fracturas que afectan a formaciones del Estefaniense Medio a Superior. En el distrito del Bajo Duero (Portugal), las mineralizaciones de Sb-Au encajan en series que llegan hasta el Estefaniense Medio (PORTUGAL FERREIRA et al., 1971). Estas formaciones están atravesadas por granitos datados como de 280 M.A., que depositan las mineralizaciones en aureolas.

### b) Filones BPG (Sb)

Los filones plomo-antimoníferos con gangas complejas del Segundo Ciclo mineralizador enca-

jan en series estefanienses, pérmicas (Buzeins) y triásicas (Charmes-sur-Rhône). También existen filones con gangas de barita y fluorita que afectan desde el Lías Inferior hasta el Sinemuriense (GEFFROY, 1951).

Una datación isotópica realizada por DUTHOU (1969), en PERICHAUD (1980), sobre una galena de un filón de Segundo Ciclo, se emplaza en épocas cimméricas que preluden al ciclo alpino.

De esta forma, se definen dos Períodos Metalogénicos generales en toda la Cadena Variscica europea. BAUMANN y RÖSLER (1967) muestran que los dos Ciclos Metalogénicos de Europa central están cronológicamente individualizados y separados en el tiempo. El Primero de edad hercínica, comprende desde el Carbonífero Superior al Pérmico (mineralizaciones de estibina de Bohemia de edad pérmica, según BERNARD y BAUMANN, 1979). El Segundo Ciclo mineralizador es de edad Saxoniense y comprende desde el Trías terminal hasta el Cretácico.

En definitiva, se puede concluir que la edad de las mineralizaciones de antimonio confirman la neta diferencia que existe entre los filones con estibina y los filones plomo-antimoníferos, tanto desde el punto de vista paragenético, como en sus aspectos morfológicos y económicos. Los yacimientos mesotermiales de estibina y cuarzo (Primer Ciclo) que GEFFROY (1955) denominaba «verdaderos filones con estibina», se emplazan de forma bastante rápida en épocas tardihercínicas (finales del Westfaliense), aunque no sean exactamente sincrónicos a lo largo de toda la Cadena Variscica europea. El emplazamiento se verifica en fracturas irregulares, que son secuelas de una tectónica suave, después del levantamiento de la Cadena Hercínica.

Los yacimientos plomo-antimoníferos (Segundo Ciclo), a los que pertenece la mineralización de Santa Rufina, se emplazan muy lentamente en épocas incluso permo-liásicas, a favor de grandes y permanentes fracturas que corresponden a una tectónica de reajustes sobre un zócalo ya rígido. Los efectos de estos movimientos se traducen en una tectónica de bloques con reaperturas de fracturas, que van a permitir el lento emplazamiento de soluciones mineralizadoras a baja temperatura.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Alfredo Vidal, de IBERGESA, su inestimable ayuda en la realización de este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- BAUMANN, L., y RÖSLER, M. J.: *Zur genetischen einstuftung varistischer und postvaristischer mineralizationen in Mitteleuropa*. Bergakademie, 11, Leipzig, pp. 660-664 (1967).
- BERNARD, J. H., y BAUMANN, L.: *Variscan paragenetic units of the mineralisations in the Bohemian massif*. Tocipl Report of Iagod (1979).
- BOQUERA, J.; GIL, G., y ZUBIETA, J. M.: Mapa Geológico de España. Escala 1/5.000. 2.ª serie, MAGNA. Hoja 239/20-11 (Pradoluengo). IGME (1978).
- BOULADON, J.; PERICHAUD, J. J., y PICOT, P.: *Les faisceaux filonien de Pontgibaud (Puy de Dôme)*. Bull. Bur. Rech. Geol. Min. n.º 1, pp. 241 (1964).
- BRIL, H.: *Etude metallogénique des filons plombo-zincifères du second cycle dans le district de Brioude-Massiac (Massif Central Français)*. Symposium Gites filoniens Pb Zn F Ba de basse température du domaine varisque d'Europe et d'Afrique du Nord. B. R. G. M. Orleans (1982).
- BURNOL, L.: *Géochimie du béryllium et types de concentrations dans les leucogranites du Massif Central Français. Relations entre les caractéristiques géochimiques des granitoides et les gisements endogènes de type départ acide (Be, Sn, Li) on de remanient tardif (U, F, Pb et Zn)*. Mem. B. R. G. M., n.º 85, 168 pp. (1974).
- COLCHEN, M.: *Geologie de la Sierra de La Demanda, Burgos-Logroño (Espagne)*. Mem. IGME, t. 85, 2 vols., 436 pp. (1974).
- FOUQUET, Y.: *Les districts antimonifères de Quimper et du Cap Sizum (Finistère). Leur place dans la metallogenie de l'antimoine dans le massif armoricain (France)*. Thèse de doctorat de troisième cycle. Clermont-Ferrand, 191 pp. (1980).
- GEFFROY, J.: *Metallogénie hydrothermale et remaniements ascendants dans la Lozère. Extension possible du processus*. Bol. Soc. Geol. France (6), I, pp. 389-411 (1951).

GEFFROY, J.: *Metallogénie de l'antimoine dans les aires hercyniennes françaises*. Bull. Assoc. des anciens élèves de Geol. appliquée. Paris, n.º 5, pp. 28-35 (1955).

GUMIEL, P.: *Metalogenia de los yacimientos de antimonio de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca, 324 pp. (1982).

KOSAKEVITCH, A.: *Quelques considérations minéralogiques sur la présence de plomb et d'arsenic dans les minerais d'antimoine marocains*. Min. Geol. Maroc, núm. 25, pp. 21-33 (1967).

KOSAKEVITCH, A., y MÖELO, Y.: *Les minéralisations a antimoine du massif hercynien du Maroc Central. Leurs paragenèses et leur place dans le cadre métallogénique regional*, en Résumé des principaux résultats scientifiques et techniques du Service Géologique National pour 1978. B. R. G. M. Orléans (1978).

MORIN, Ph.: *Plomb et antimoine du district de Sidi Mbark (Maroc Central)*. Mines et Geol. Rabat, núm. 1, pp. 47-48 (1958a).

MORIN, Ph.: *Sur l'age relative des minéralisations antimonifères et plombozincifères dans le Maroc Central*. C. R. Somm. Séances Soc. Geol. Fr., núm. 7, pp. 159-160 (1958b).

MORIN, Ph.: *Le Maroc Central: Un aperçu de ses ressources minérales*. Mines et Geologie (Rabat), núm. 9, pp. 43-50 (1960).

MORIN, Ph.: *Sulfoantimoniures de plomb dans les minerais d'antimoine marocains*. Notes et Mem. Serv. Géol. Maroc, t. 27, núm. 198, p. 123 (1966).

PERICHAUD, J. J.: *Les gisements métalliques du district à antimoine de Brioude-Massiac (Massif Central Français)*. Bull. B. R. G. M., Sec. II, núm. 2, pp. 1-55 (1971).

PERICHAUD, J. J.: *L'antimoine, ses minerais et ses gisements. Synthèse géologique sur les gisements du Massif Central Français*. Chr. Rech. Min., núm. 456, pp. 5-64 (1980).

PORTUGAL FERREIRA, M.; SANTOS OLIVEIRA, J. M. y SANTAREM ANDRADE, R.: *Ocorrências de antimonio no norte de Portugal*. C. H. L. A. G. E. Sec. IV, t. I, pp. 597-617 (1971).

RÖSLER, M. J.; BAUMANN, L., y JUNG, W.: *Postmagmatic mineral deposits of the Northern Edge of the Bohemian Massif (Erzgebirge-Harz)*. Guia Excursión 22 Ac (c), Intern. Geol. Congr. XXIII, Praga (1968). Ed. Central. Geol. Inst. German. Democratic Republic. Berlín (1968).

Recibido: Abril 1982.